

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA, IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Lilian Matias Fernandes Stang

**Avaliação de enterobactérias e mesófilos aeróbios e sua redução após higienização em
utensílios de um frigorífico de suínos de Santa Catarina**

Braço do Norte - SC

2021

Lilian Matias Fernandes Stang

Avaliação de enterobactérias e mesófilos aeróbios e sua redução após higienização em utensílios de um frigorífico de suínos de Santa Catarina

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof^ª. Gislaine Fongaro.

Co-orientador: Prof. Rafael Dorighello Cadamuro.

Braço do Norte - SC

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

MATIAS FERNANDES STANG , LILIAN
AVALIAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS E MESÓFILOS AERÓBIOS E SUA REDUÇÃO APÓS
A HIGIENIZAÇÃO EM UTENSÍLIOS DE UM FRIGORÍFICO DE SUÍNOS DE SANTA
CATARINA / LILIAN MATIAS FERNANDES
STANG ; orientadora, Dra. Gislaine Fongaro, coorientador, Rafael
Dorighello Cadamuro., 2021.

39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. . 2. Validação da higienização na indústria de alimentos. 3.
Higienização em equipamentos e utensílios. 4. Análises
microbiológicas. 5. Controle de Qualidade. I. Fongaro , Dra. Gislaine.
II. Dorighello Cadamuro., Rafael
. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências
Biológicas.
. IV. Título.

Lilian Matias Fernandes Stang

Avaliação de enterobactérias e mesófilos aeróbios e sua redução após higienização em utensílios de um frigorífico de suínos de Santa Catarina

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Licenciatura em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Curso Ciências Biológicas.

Braço do Norte, 16 de Junho de 2021.

Prof.^a Viviane Mara Woehl
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Gislaine Fongaro
Data: 14/07/2021 15:23:06-0300
CPF: 059.101.439-48
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dr.^a Gislaine Fongaro
Orientadora

Universidade Federal Santa Catarina - UFSC



Documento assinado digitalmente
Gleidson Biasi Carvalho Salles
Data: 14/07/2021 15:44:03-0300
CPF: 064.507.899-99
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Gleidson Biasi Carvalho Salles
Avaliador

Universidade Federal Santa Catarina - UFSC



Documento assinado digitalmente
Doris Sobral Marques Souza
Data: 14/07/2021 16:00:52-0300
CPF: 909.205.707-04
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dr.^a Doris Sobral Marques Souza
Avaliadora

Universidade Federal Santa Catarina - UFSC

Este trabalho é dedicado aos meus pais, ao meu marido Alexandre, minhas filhas Lavínia e Alice, pelos momentos de ausência e pelo apoio nos dias difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas em todos os momentos.

Agradeço aos meus pais, Volnei e Rosinéia, por cuidarem de mim, por ter me proporcionado tudo, a saber: apoio, amor, educação e orientação ao longo da minha vida, e pelos seus esforços para meu desenvolvimento, sendo meu porto seguro e fonte de inspiração.

Ao meu marido Alexandre, por estar ao meu lado todos os dias, sempre apoiando nos momentos difíceis e pelo incentivo na vida acadêmica.

As minhas filhas Lavínia e Alice, pelos momentos de ausência.

À minha Orientadora, Prof.^a Dr.^a Gislaine Fongaro, e o meu Coorientador, Rafael Dorighello Cadamuro, pela disponibilidade e orientações a mim proporcionadas.

Os professores participantes das bancas de qualificação e de defesa o trabalho de conclusão do curso, pela disponibilidade, pelas sugestões a favor da pesquisa e pelas críticas construtivas.

À empresa e a funcionária Suzane que colaborou com o fornecimento de dados e com o acesso à pesquisa que sustentou este trabalho, pelo interesse, pela colaboração, pela prestabilidade e pelo apoio recebido, fato que me deixou muito grata.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Biologia é o estudo de coisas complicadas que têm a aparência de terem sido projetadas com um propósito. (DAWKINS)

RESUMO

Os ambientes dos frigoríficos apresentam uma grande quantidade de matéria orgânica rica em nutrientes que favorecem no crescimento de microrganismo. A preocupação com a segurança dos alimentos é um desafio, visto que problemas a ela relacionados podem comprometer a saúde do consumidor. A manutenção das condições higiênicas na produção de alimentos é considerada peça chave na obtenção de alimentos seguros. Uma superfície mal higienizada em um ambiente produtivo, somada à capacidade de adesão, pode se tornar uma potencial contaminação. O objetivo desse trabalho foi avaliar as enterobactérias e mesófilos aeróbios e a sua redução após higienização nos utensílios e superfícies de um frigorífico de suínos de Santa Catarina. Inicialmente os resultados microbiológicos de coleta de *swabs* em utensílios e superfícies após a higienização seguindo os padrões das empresas habilitadas à exportação foram analisados. Com base nos conceitos das normativas que falam a respeito das condições sanitárias nos ambientes de produção, assim como a bibliografia existente, foram avaliadas as condições favoráveis à higiene em utensílios e superfícies do processo. Os resultados das avaliações microbiológicas de mesófilos aeróbios mostraram resultados irregulares apenas para serra de carcaça e bandeja, que na qual foram corrigidas com ações corretivas. A aplicação de uma ação corretiva foi favorável nos resultados de análises seguintes para enterobactérias, demonstrando a eficácia do processo de sanitização.

Palavras-chave: Enterobactérias. Sanitização. Frigorífico.

Refrigerator environments have a large amount of organic matter rich in nutrients that favor the growth of microorganisms. The concern with food safety is a challenge, since problems related to it can compromise the health of the consumer. Maintaining hygienic conditions in food production is considered a key factor in obtaining safe food. A poorly sanitization on surface in a productive environment, added to the ability of a microorganism to adhere, can become a potential source of contamination. The objective of this work was to evaluate aerobic enterobacteria and mesophiles and their reduction after cleaning the utensils on the surface of a Santa Catarina swine slaughterhouse. The development of the work started with the analysis of the microbiological results of collecting swabs in utensils and surfaces after cleaning, following the standards of companies authorized to export. Based on the concepts of the regulations that speak about the sanitary conditions in the production environments, as well as the existing bibliography, the conditions favorable to hygiene in utensils and surfaces of the process were evaluated. The results of microbiological evaluations of aerobic mesophiles showed irregular results only for carcass saw and tray, which were corrected with corrective actions. The application of a corrective action was favorable in the results of the following analyzes for enterobacteria, demonstrating the effectiveness of the sanitization process.

Keywords: Enterobacteria. Sanitization. Refrigerator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do frigorífico	26
Figura 2 - EMB – Eosina Azul de Metileno	26
Figura 3 - Ágar bacteriológico.....	26
Figura 4 -Kit Colillert.	27
Figura 5 - Áreas relatadas para análise microbiológica.....	28
Figura 6 - Limpeza de torneiras e coleta para análise de pH e cloro.....	31
Figura 7- relação de diminuição de bactérias após ação corretiva	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pontos de coletas de <i>swabs</i> em superfícies de estruturas, equipamentos e utensílios.....	27
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados microbiológicos em log (UFC/cm²) dos equipamentos e utensílios. 33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APHA	<i>Amerian Public Health Association</i>
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
DTA	Doenças Transmitidas por alimento
FSMS	Food Safety Management System
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PCC	Pontos Críticos de Controle
PPHO	Programa Padrão de Higiene Operacional
SIF	Serviço de Inspeção Federal
UFC	Unidades Formadoras de Colônia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS	17
3.1	GERAL.....	17
3.2	ESPECÍFICOS	17
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	18
4.2	PROGRAMA PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL - PPHO.....	19
4.3	ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRITICOS DE CONTROLE - APPCC	20
4.4	VALIDAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	20
4.5	AERÓBIOS MESÓFILOS.....	21
4.6	ENTEROBACTERIACEAE.....	21
4.7	HIGIENIZAÇÃO EM EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS	22
4.8	BIOFILMES.....	23
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	25
5.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	25
5.2	DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO.....	25
5.3	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	26
5.3.1	Coleta de dados	27
5.3.2	Higienização de superfícies para mitigação de risco microbiológico	28
5.3.3	Análise Microbiológica da água	30
5.3.4	Análise estatística	31
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6.1	CONTROLE DE QUALIDADE DO FRIGORÍFICO	32
6.2	AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA	32
6.2.1	Resultados microbiológicos de análises de Equipamento e utensílios	33
6.3	Teste de Higienização para mitigação de risco microbiológico.....	34
6.4	Caracterização microbiológica da água.....	36
7	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

INTRODUÇÃO

A manutenção das condições higiênicas na produção de alimentos é considerada peça chave na obtenção de alimentos seguros. Os ambientes dos frigoríficos apresentam uma grande quantidade de matéria orgânica rica em nutrientes que podem favorecer o crescimento de microrganismos. Estes, uma vez formados, são de difícil remoção e podem proliferar ocasionando a contaminação de alimentos.

Atualmente, existem aproximadamente 250 tipos de doenças transmitidas por alimentos (DTA), sendo a maioria delas causadas por microrganismos patogênicos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as DTA são causadas por agentes que infectam o hospedeiro por meio da ingestão de alimentos e/ou água contaminados; alimentos contaminados por pequenas quantidades de determinados microrganismos não necessariamente causam surtos alimentares (BRASIL, 2017). A preocupação com a segurança dos alimentos é um desafio, visto que estes podem comprometer a saúde do consumidor.

Nos frigoríficos, existem diversos estudos de prevalência de agentes biológicos contaminantes, principalmente bacterianos (PISSETTI, 2012; MACHADO et. al., 2014; CÊ, 2016; SNARY et. al., 2016). Entretanto a contaminação de carnes pode ter variadas origens, e pode provir de fontes intrínsecas do animal, dos manipuladores envolvidos no processamento, das superfícies contaminadas, dos equipamentos e de utensílios que entram em contato com os alimentos (ALVES; UENO, 2010). Nos controles microbiológicos, os resultados são sempre obtidos posteriormente, por tal motivo as ações são tomadas após o risco de contaminação ter acontecido. Todavia, as avaliações das superfícies a serem higienizadas são formas de prevenir a contaminação.

A realização de um estudo da condição higiênico-sanitária dos equipamentos colabora no controle de contaminação bacterianas, um dos fatores causais da contaminação dos alimentos por meio das superfícies de equipamentos e utensílios de processo. Nesse sentido, torna-se possível a identificação dos pontos potenciais de melhoria ao longo das linhas de produção e do monitoramento das condições para a higiene das superfícies. As ações, além de promoverem a segurança dos alimentos, aportam no controle sanitário da indústria mediante a escala de avaliação dos equipamentos e utensílios favoráveis à higiene, contribuindo na competitividade mediante a organização das informações, favorecendo o envolvimento e a comunicação entre os setores.

2 JUSTIFICATIVA

A necessidade de melhoramento das condições sanitárias dos ambientes onde os alimentos são processados se torna essencial, uma vez que a manipulação e a preparação inadequada são um dos fatores causais das doenças transmitidas pelos alimentos (BRASIL, 2016). A adoção de critérios sanitários na avaliação das superfícies, dos equipamentos e utensílios e principalmente da água que entra em contato com os alimentos contribuem na segurança dos alimentos, uma vez que certas características nos equipamentos possam estar relacionadas com as deficiências da higienização.

O presente trabalho justifica-se pela importância de conhecer enterobactérias potencialmente presentes em superfícies, equipamentos e utensílios de um frigorífico de suínos do estado de Santa Catarina – Brasil avaliando a eficácia dos protocolos de limpeza adotados.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar enterobactérias e mesófilos aeróbios, bem como sua redução após higienização de superfícies, equipamentos e utensílios de um frigorífico de suínos do estado de Santa Catarina - Brasil.

3.2 ESPECÍFICOS

-Avaliar a presença e quantificação de enterobactérias e mesófilos aeróbios em superfícies, equipamentos e utensílios frigoríficos.

-Avaliar a presença de bactérias termotolerantes na água utilizada para processos de sanitização para fins de controle sanitário da fonte hídrica de higienização de áreas.

-Determinar a redução de enterobactérias e mesófilos aeróbios após a higienização de superfícies, equipamentos e utensílios frigoríficos usando programa padrão de higiene operacional (PPHO).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento dos principais tópicos diz respeito a estudos prévios de outros autores em temas de higiene em frigoríficos, especificamente em equipamentos e utensílios, sendo abordados do ponto de vista dos alimentos.

4.1 QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A procura pela segurança está se direcionando a um sentido mais abrangente e completo, facilitando a intensificação de um controle de boas práticas de fabricação e/ou melhoramento de um processo produtivo, segundo a necessidade da empresa. Sendo assim, o aprimoramento da qualidade mediante diversas ferramentas que convergem em ganhos na produção é de suma importância.

Alguns benefícios da qualidade na produção são os maiores lucros devido à valorização da imagem da empresa, o aumento das vendas e à valorização da marca. A abordagem da qualidade do ponto de vista da manufatura indica que há a necessidade de atender a uma especificação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

A garantia da qualidade de alimentos conta principalmente com os programas de pré-requisitos que compostos nos diversos segmentos, no caso dos alimentos são os Pontos Críticos de Controle - que se chama PCC e o Programa Padrão de Higiene Operacional - PPHO. Ambos são requisitos para poder aceder ao sistema de análise de perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC.

As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) são amplamente reconhecidas pelos efeitos agudos no trato gastrointestinal e em alguns casos, a gravidade pode ser tal que os doentes chegam a óbito. As DTA são caracterizadas pelo aumento do número de evacuações, com fezes aquosas ou de pouca consistência, frequentemente acompanhadas de vômitos, febre, dor abdominal e em alguns casos, presença de muco e sangue nas fezes, dando origem a surtos (MENDES; COELHO; AZEREDO, 2011; NUNES et. al., 2016).

As DTA são patologias de origem microbiana, de água e alimentos contaminados, geralmente proveniente da falta de capacitação e condições higiênico-sanitárias (BRASIL, 2017).

Dentre os possíveis patógenos associados as DTA, dez são considerados os mais frequentes no Brasil: *Salmonella* (35%), *Escherichia coli* (28,2%), *Staphylococcus aureus* (18,2%), *Coliformes* (6,8%), *Bacillus cereus* (6,0%) *Shigella* (3,4%), Rotavírus A (3,0%), *Clostridium perfringens* (2,7%), Norovírus (2,6%) e vírus da Hepatite A (1,4%) (BRASIL, 2018).

Os principais alimentos contaminados por *Salmonella sp.* são ovos e produtos cárneos (FORSYTHE, 2013). Dentre os vários alimentos cárneos disponíveis, a carne suína e seus derivados desempenham um importante papel na veiculação desses microrganismos. Uma análise demonstrou que 30% de amostras do total de 40 peças de presunto suíno cozido apresentaram resultado positivo para presença de bactérias, indicando o alto risco de ocorrência das DTA por *Salmonella*, provinda desses alimentos (FAI et al., 2011).

Dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2019) apresentaram 597 surtos de DTA no Brasil sendo notificados em 2018, com registros de 8.406 doentes, 916 hospitalizados e 9 óbitos relacionados, sendo apontados os seguintes agentes etiológicos: *Escherichia coli* (31,7%/ 38 surtos), seguida por Norovírus (13,3%/ 16 surtos).

4.2 PROGRAMA PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL - PPHO

O Programa Padrão de Higiene Operacional - PPHO é um programa básico de higiene, em que se descreve de forma detalhada a higienização de ambiente, maquinarias e utensílios em ambientes destinados à produção de alimentos. Os requisitos e condições mínimas que devem ser cumpridas para estruturação do plano PPHO são: segurança da água; condições de higiene das superfícies de contato com o alimento; prevenção contra contaminação; adulteração do alimento; identificação e estocagem de substâncias químicas e de agentes tóxicos; saúde dos manipuladores de alimentos e controle integrado de pragas e registros (BRASIL, 1993).

A higienização é dividida em duas etapas, que são: limpeza e sanitização. A limpeza tem como objetivo a remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos aderidos às superfícies, constituídos principalmente por proteínas, carboidratos, gorduras e sais minerais (ANDRADE, 2008). Sendo realizada através da utilização de detergentes com agentes alcalinos ou ácidos. A eficiência desses detergentes depende da concentração, temperatura, tempo e ação mecânica (MARRIOTT; GRAVANI, 2006).

Após a limpeza, a sanitização é procedimento obrigatório, visando eliminar microrganismos patogênicos das superfícies de equipamentos, utensílios, manipuladores e dos ambientes até níveis considerados seguros. Existem diferentes agentes de desinfecção utilizados nos frigoríficos, alguns contêm compostos quaternários de amônia, componentes ácidos, peróxidos de hidrogênio, hipoclorito, entre outros. A aplicação desses sanitizantes diretamente sobre a superfície, ou pulverizado, ajuda a controlar o crescimento da microbiota presente, podendo eliminar ou inibir a sua multiplicação e adesão (KANOSWSKI et. al., 2010).

A higienização é feita com frequência e está dividida em pré-operacional e operacional. A pré-operacional consiste na parte de limpeza e sanitização antes de iniciar as atividades da empresa, já a operacional, inclui a limpeza e a sanitização durante a realização das atividades de

produção e durante os intervalos dos funcionários. Além disso, podem ser realizados mais procedimentos de higienização, conforme haja necessidade do frigorífico. A higienização dos manipuladores é controlada por barreiras sanitárias, antes de entrar nas áreas de produção.

4.3 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE - APPCC

Análise de perigos e pontos críticos (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) é um sistema preventivo que visa a produção de alimentos seguros, com princípios técnicos e científicos, aplicados em todas as fases da produção de alimentos até o consumidor final (GIORDANO; GALHARDI, 2007; BERTOLINO, 2010). Com base no sistema de prevenção, o APPCC especifica os tipos de riscos ou perigos à segurança alimentar, de forma natural ou decorrentes dos erros de processamento. Os perigos químicos são os mais temidos pelos consumidores; os físicos, mais identificados e os biológicos, mais graves perante a saúde pública, sendo tratados com maior importância (RIBEIRO-FURTINI; ABREU, 2006).

4.4 VALIDAÇÃO DA HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A validação dos procedimentos de limpeza em superfícies mediante a coleta de amostra para a avaliação microbiológica é um controle adotado nas indústrias de alimentos. Os resultados na maioria das vezes são incluídos no desempenho do sistema de gestão da segurança dos alimentos - FSMS (LUNING et. al., 2011).

O objetivo é garantir que, após a limpeza e a sanitização, os teores de substâncias ativas, em microorganismos e em agentes de limpeza estejam dentro de critérios de aceitação pré-estabelecidos, para se efetuar o processamento de um novo lote (CEPEDA et. al., 2007; TEIXEIRA, 2007).

Não há uma metodologia universal para a avaliação microbiológica na indústria (ANDRADE, 2008). Normalmente são os testes em uso que melhor avaliam o procedimento de higienização, por serem efetuadas no final do processo de higienização propiciando a remoção e a recuperação dos microrganismos sobreviventes nas superfícies (ANDRADE, 2008).

A remoção do microrganismo pode ser feita por atrito, como no método do *swab*, que é considerado metodologia padrão de análise microbiológica pela *American Public Health Association* - APHAA, que consiste no recolhimento das amostras, mediante a fricção de um *swab* esterilizado e umedecido em água peptonada, na superfície avaliada, com o uso de um molde esterilizado que delimita a área amostrada, o diluente é examinado por plaqueamento de alíquotas em meio de cultura apropriado (ANDRADE, 2008).

Um dos problemas deste controle é o tempo necessário quando utilizado o diagnóstico por microbiologia convencional, o que acaba impossibilitando uma ação no efeito, todavia, ações preventivas devem ser aprimoradas.

4.5 AERÓBIOS MESÓFILOS

A contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos é utilizada como indicador da população bacteriana em uma amostra. Este grupo possui relevância por serem indicadores genéricos das condições inadequadas de produção, conservação ou mesmo transporte (SERRANO et. al., 2012). É uma contagem genérica para microrganismos que crescem aerobiamente ou facultativamente em temperaturas de incubação que variam entre 15°C e 45°C (CARVALHO, 2001).

O grupo dos aeróbios mesófilos é composto por microrganismos da família *Enterobacteriaceae*, além de representantes dos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus*, dentre outros (LANNA, 2013). Além disso, todas as bactérias patogênicas de origem alimentar pertencem ao grupo dos mesófilos, onde uma elevada contagem de mesófilos indica que houve condições favoráveis para que esses patógenos se multiplicassem (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

4.6 ENTEROBACTERIACEAE

A família *Enterobacteriaceae* é constituída por bacilos gram-negativos, aeróbios e anaeróbios facultativos, oxidase negativo, fermentadores de glucose e produtores de catalase, enzima que degrada peróxidos tóxicos que se acumulam durante o metabolismo aeróbico (ADAMS; MOSS, 2008).

Esse grupo de bactérias possui a capacidade de gerar infecções e/ou intoxicações de origem alimentar quando há a ingestão concomitante de suas células viáveis e toxinas em certas quantidades (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Seu emprego para avaliação de superfícies, indica possíveis falhas de processo e pode acarretar contaminação cruzada, que é ocasionada pelo contato da carcaça com superfícies mal higienizadas ou também com conteúdos contaminados, como o conteúdo gastrointestinal dos animais (KICH; SOUZA, 2015).

4.7 HIGIENIZAÇÃO EM EQUIPAMENTOS E UTENSÍLIOS

Na indústria de alimentos, o controle do processo de higienização é representado nos resultados microbiológicos das amostragens em superfícies, mediante os métodos de validação para indicadores de higiene e bactérias patogênicas de interesse. Os resultados são sempre obtidos posteriormente pelo que as ações serão após o risco de contaminação ter acontecido. Os estudos dos pressupostos básicos direcionam as ações para intensificar a higienização ou para a utilização de sanitizantes cada vez mais agressivos (EHEDG, 2004). Todas as ações preventivas são fundamentais nesses aspectos, a fim de evitar problemas de contaminação e prevalências de microrganismos contaminantes no futuro.

Além do processo de higiene, outros fatores podem contribuir na higienização, como as condições dos materiais a serem higienizados e as questões organizacionais. Fatores de contexto das atividades que envolvem a segurança dos alimentos, como características organizacionais, processos envolvidos e atividades de controle de ação real frente ao problema de contaminação são considerados nas causas de avaliação nos sistemas de alimentos seguros, a fim de propor intervenções de melhoria (LUNING et. al., 2011).

Do ponto de vista do processo, há operações que envolvem alta carga microbiana que podem aumentar os níveis de contaminação nos ambientes e nos produtos (CUMMINS et. al., 2008; SELIWIORSTOW et. al., 2016). As etapas desenvolvidas nesses ambientes podem ter um maior impacto na carga microbiana a ser eliminada pela higienização e, se ela for inadequada, essas superfícies podem ser um foco de contaminação.

Desta forma a manutenção dos equipamentos pode interferir na higienização adequada, por exemplo, uma superfície que apresenta calhas pode dificultar a higienização (COSTA; LUCIANO; PASA, 2013). Entretanto, esses problemas na manutenção de superfícies podem também favorecer a formação de biofilmes. O biofilme é vantajoso para todas as espécies de microrganismos, fornecendo proteção contra desidratação, contra colonização por bacteriófagos e apresentando resistência antimicrobiana (GILBERT; MCBAIN; RICKARD, 2003).

Por fim, podemos entender que equipamentos e utensílios difíceis de limpar podem acumular grandes quantidades de matéria orgânica, favorecendo o crescimento microbiano e reduzindo a eficácia dos procedimentos de sanitização. Sendo assim, diversos critérios podem ser considerados na higienização de equipamentos e utensílios a fim de contribuir a prevenção da contaminação e garantindo a segurança do alimento.

4.8 BIOFILMES

A definição simplificada para biofilmes seria um conjunto de microrganismos envoltos por uma matriz de polissacarídeos extracelulares que estão aderidos à uma superfície, podendo aglutinar-se onde há resíduos orgânicos e inorgânicos, por isso é comum serem encontrados nas superfícies dos equipamentos e utensílios de indústrias de alimentos, se a higienização da mesma for falha (OLIVEIRA; BRUGNERA; PICCOLI, 2010). A adesão bacteriana acontece de maneira complexa, sendo uma interação que tem como seus principais componentes a bactéria, o microambiente no qual elas estão aderidas e a superfície de contato biótico ou abiótico (DAROUICHE, 2001). Quando ocorre o acúmulo de matéria orgânica ou inorgânica as comunidades bacterianas encontram condições propícias ao seu desenvolvimento, caracterizando a presença de biofilmes no local de processamento de alimentos (JOSEPH et. al., 2001).

Para que um biofilme seja formado é necessário que hajam erros durante a higienização e sanitização do sistema de duas a quatro semanas (LEMOS, 2002).

Podem existir biofilmes em diversos tipos de substratos, como o aço inox, vidro, borracha, polipropileno, fórmica, ferro, poliestileno de baixa densidade e policarbonato. Além disto, pode-se destacar que quando exposto ao calor pode cristalizar-se formando depósitos ou crostas extremamente aderentes, o que protege novos microrganismos e dificulta o processo de higienização (PARIZZI et. al., 2004). As substâncias poliméricas extracelulares associadas ao biofilme não são retiradas durante a limpeza, o que por consequência aumenta a probabilidade de sobrevivência dos microrganismos e a de contaminação dos alimentos, já que os microrganismos presentes no interior do biofilme não sofrem a ação dos desinfetantes (MARTINS, 2013).

Os biofilmes representam prejuízo à indústria, pois sua atuação como camadas isolantes levam a corrosão microbiologicamente induzida (SHAKERI et. al., 2007; SHI; ZHU, 2009). Esta corrosão afeta a transferência de calor entre as superfícies e dependendo de sua espessura podem prejudicar as placas permutadoras de calor (SHI; ZHU, 2009; BAYOUMI et.al., 2012). Podendo acarretar uma diminuição da vida útil dos equipamentos, maior consumo de energia, maiores despesas de manutenção e diminuição na qualidade do produto (OLIVEIRA; BRUGNERA; PICCOLI, 2010; DÍEZ-GARCÍA; CAPITA.; ALONSO- CALLEJA, 2012).

O entendimento da formação dos biofilmes microbianos e de aspectos intrínsecos a sua estrutura e composição são essenciais para elaboração de métodos efetivos de controle e compreensão dos riscos para as indústrias de alimentos, no que se refere aos métodos efetivos que compreendem a limpeza e sanitização (OLIVEIRA, 2011).

O processamento de higienização nos abatedouros resume-se no uso de água quente, detergentes e sanitizantes, e mesmo que a água quente e os detergentes possam atenuar a carga bacteriana presente nas superfícies através dos resíduos orgânicos, é de extrema necessidade que ocorra a sanitização para que haja a redução de carga microbiana a níveis seguros e obtenha-se um alimento de alta qualidade e boas condições higiênicas e sanitárias (RODRIGUES, 2009).

No abate e processamento o desafio é evitar a contaminação cruzada dos produtos cárneos durante sua industrialização, já relatado que a porcentagem de amostras de aves contaminadas com *Salmonella* spp, se eleva de maneira significativa no decorrer do processamento devido às bactérias nas superfícies que estão em contato com os alimentos (RODRIGUES, 2009; DÍEZ-GARCÍA; CAPITA.; ALONSO-CALLEJA, 2012).

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido durante 6 meses (de fevereiro até julho de 2020) em um frigorífico suíno que tem sua produção voltada para o mercado de exportação. O frigorífico está registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF), encontra-se localizado em Grão Pará - SC, Brasil.

As análises microbiológicas de enterobactérias e mesófilos aeróbios, foram feitas conforme a metodologia adotada pelo laboratório Biocontrol - Análises químicas e microbiológicas, abaixo descrita.

A metodologia foi subdividida nas seguintes seções: classificação da pesquisa, descrição da empresa, análise microbiológica e as etapas de elaboração da escala de avaliação das características favoráveis à higiene em equipamentos e utensílios no frigorífico.

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza, o presente trabalho foi classificado como aplicado, com o objetivo de gerar conhecimento para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005).

Sobre o ponto de vista dos procedimentos técnicos envolveu pesquisa bibliográfica e pesquisa post-facto, pois a metodologia está baseada na literatura já publicada em base de dados científicos e a análise dos dados está sendo feita posteriormente aos fatos. Nesse tipo de pesquisa, “o pesquisador não tem controle das variáveis e nem as manipula” (GIL, 2002).

5.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

Para conhecer as características da empresa, foi feito um acompanhamento integral com um funcionário responsável pela qualidade, onde referente às características do frigorífico, dados da gestão da qualidade, e as características do processo de higienização. Desta forma, são apresentadas as particularidades da empresa e as atividades da higienização.

Frigorífico



Local: Frigorífico de suíno - mercado de exportação.
Cidade: Grão Pará - SC, Brasil.
Registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Abates diários: 600 Suínos
Número de Funcionários: 180

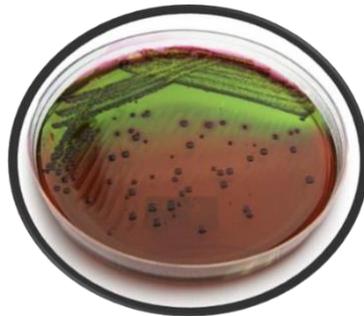
Figura 1: Estrutura e informações sobre o frigorífico Grão Pará- SC.

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Enterobactérias:

Seleciona-se enterobactérias em meio seletivo específicos descritos nas figuras 2,3 e 4.

Figura 2: EMB – Eosina Azul de Metileno



Mesófilos aeróbios:

Figura 3: ágar bacteriológico



Água – padrão de potabilidade para coliformes

Figura 4: Kit – Colillert



Metodologia operacional: Decisão da Comissão Europeia 471/2001 que estabelece regras para os controles regulares à higiene de estabelecimentos frigoríficos.

5.3.1 Coleta de dados

Quadro 1 - Pontos de coletas de *swabs* em superfícies, equipamentos e utensílios

Áreas, Coletas e Análises

Setor	Ponto de coleta
Abate	Plataforma do toailete da paleta
	Escada da plataforma do carimbo
	Centrífuga
	Pia do cozimento
	Plataforma inspeção DIF
	Plataforma de secar suíno
	Pia do DIF
Desossa	Bandeja rolante do SIF
	Serra da Carcaça (Abate).
	Embalagem primária
	Etiqueta primária

As amostras foram coletadas após a higienização pré-operacional

 Swab
 Placa com ágar nutriente
 Frascos estéreis

Água utilizada para higienização das áreas
--

* Relação de superfícies analisadas por *swab* nos setores de abate e desossa.
 Fonte: Autoria própria (2021).

No frigorífico, podem ser distinguidas duas áreas caracterizadas como suja e limpa. Na “área suja” ocorrem as operações de alta carga microbiana, como sensibilizador (choque), sangria, chuveiro (cortina de água), escaldagem (tanque), depiladeira (pelagem), retirada de casco, chamuscador (fogo), toailete do pernil e barriga (raspagem de pelo), toailete da paleta e da cabeça, retirada do ouvido e chuveiro (cortina de água). Na “área limpa” são realizadas operações nas quais o controle de qualidade, o SIF controlam as condições sanitárias com mais rigor, a fim de evitar contaminações microbiológicas, as etapas são: oclusão do reto, abertura do peito, desnuque de cabeça, inspeção do SIF das cabeças, abertura da barriga e abaixamento das vísceras, retiradas das vísceras e separadas em bandejas, divisão de carcaça (serra), inspeção do SIF, retirada de cabeça e miúdos, retirada de gordura, inspeção do controle de qualidade, chuveiro final (cortina de água), resfriamento e sala de desossa.

Os pontos de coleta amostral para avaliar aeróbios mesófilos e enterobactérias nas superfícies de equipamentos e utensílios foram determinados no plano de amostragem do próprio frigorífico, que prioriza as superfícies de maior contato com as carnes.

A técnica utilizada para a coleta foi mediante uso de *swabs* de superfície, sendo este *swab* seco, utilizando-se um molde estéril de 20 cm² dentro do qual o *swab* é esfregado no sentido de baixo para cima com pressão firme na superfície, numa inclinação de 45 graus.

As amostras foram coletadas após a higienização pré-operacional (Áreas descritas no Quadro 1 na figura 4).



Figura 4: Áreas relatadas para análise microbiológica.
Fonte: Autoria própria (2021).

5.3.2 Higienização de superfícies para mitigação de risco microbiológico.

Todas as superfícies dos equipamentos, utensílios e instrumentos de trabalho que entram em contato com alimentos são higienizados antes das atividades e durante, visando evitar condições que possam causar a alteração dos produtos.

De acordo com o Procedimento Padrão de Higiene Operacional do Frigorífico suíno de Grão Pará Santa Catarina, as etapas de higienização geral de equipamentos e utensílios consistem em:

- Remoção dos resíduos: consiste na limpeza grosseira dos resíduos; remover os resíduos dos equipamentos e utensílios utilizando rodos e espátulas;
- Retirar os resíduos com o auxílio de rodos e recolhedores;
- Acondicionar nos lixeiros;
- Pré-lavagem: esse processo é realizado com água em alta pressão; efetuar enxague nas áreas mais sujas, com água, para retirada de todos os resíduos orgânicos; remoção utilizando apenas água preferencialmente morna 25°C;
- Lavagem com detergente alcalino clorado em baldes de plásticos; esfregar o equipamento observando os pontos críticos; molhar constantemente a esponja na solução detergente; manter a esponja livre de resíduos (manualmente), com o auxílio do gerador de espuma diluir o detergente B-701 (Óxido de Alquil Dimetil Amina 8%) medindo 1 litro de detergente B701 para 50 litros de água no recipiente do equipamento; regular o equipamento para obter uma espuma densa; aplicar espuma em toda a superfície e equipamentos; deixar agir por 15 minutos, tempo de contato; esfregar as superfícies com fibras ou similar; utilizar bomba de alta pressão em todos os equipamentos e paredes.
- Enxague aplicando água sobre as superfícies de equipamentos, iniciando pelas partes mais altas em direção às mais baixas; não deixar resíduos de detergentes ou sujidades. Após esses procedimentos o supervisor da higienização observa a limpeza dos equipamentos e instalações logo após o enxague. Havendo resíduos ou qualquer outra não conformidade nos mesmos, o operador refaz o procedimento de aplicação do detergente B-701, esfregação e enxague, para que se possa prosseguir a higienização com a aplicação do sanitizante.
- Sanitização: diluir o sanitizante Bracsan Ácido Peracético 15% e Peróxido de Hidrogênio 22% medido 25ml de bracsan para 5 litros de água; adicionar o equipamento de pulverização em todos os equipamentos e paredes; deixar agir por 10 minutos. Enxaguar quando necessário.

Após o término das atividades a equipe responsável pela higienização, inicia as tarefas conforme os procedimentos citados acima.

O monitoramento do pré-operacional é realizado diariamente e registrado na planilha CI 10 a Monitoramento do Procedimento Padrão de Higiene Operacional.

No frigorífico também ocorre a higienização operacional que é realizada durante as atividades, na primeira etapa do dia é feita a desossa e depois a segunda etapa é que acontece o abate. A higienização operacional ocorre no intervalo quando não são terminadas as tarefas pela parte da manhã havendo então a necessidade de retornar para os mesmos setores. A higienização durante as atividades de desossa é realizada por um funcionário devidamente uniformizado, sendo feita com auxílio de rodos e recolhedores metálicos para o recolhimento de resíduos de carne no piso. Durante as atividades de abate a higienização é feita por funcionários uniformizados, na zona limpa do abate utilizando-se rodos, recolhedores metálicos, água em baixa pressão e produtos químicos quando necessários. Para a higienização da zona suja recomenda-se o uso de rodos, recolhedores e água sempre que houver necessidades.

Sobre a higienização de utensílios/superfícies:

Serra - foi realizado a aplicação de detergente clorado na concentração de 2% de detergente por 10 minutos, esfregado com esponjas de nylon, enxágue com água em temperatura ambiente, e antes de serrar o primeiro suíno, colocado a serra no tanque de esterilização de 82°C, por fim serrar o suíno.

Na bandeja rolante foi realizada a aplicação de detergente clorado na concentração de 2% de detergente por 10 minutos, esfregado com esponjas de nylon, enxague com água a temperatura ambiente, antes de iniciar o abate são ligados jatos de água quente a 82°C, mantido durante o abate para realização da higienização das bandejas para que não ocorra acúmulo de resíduos.

5.3.3 Análise Microbiológica da água

A indústria é abastecida com água proveniente de uma nascente, abastecendo as caixas d'água com sistemas de cloração. As caixas d'água são higienizadas semestralmente e a medição de cloro (clorímetro) e do pH (indicador visual) é feita diariamente.

A qualidade da água é analisada mensalmente, sendo avaliado 1 ponto de coleta de água por mês.

Antes de fazer a coleta mensal, foi feita a higienização da torneira com álcool 70%, a higienização das mãos com sabonete líquido antisséptico e álcool 70%, posteriormente a torneira foi aberta para escoamento da água durante três minutos, conforme descrito pelo Manual de Coleta de Amostras de Produtos de Origem Animal como descrito na figura 5 (BRASIL, 2020).

Em seguida, a água foi coletada em frascos plásticos estéreis contendo tiosulfato de sódio. As amostras foram refrigeradas e enviadas para o laboratório.

O controle da qualidade da água tem com objetivo evitar contaminações nos produtos processados pela empresa, realizando diariamente a mensuração do cloro residual livre (0,2 ppm a 2,0 ppm) (BRASIL, 2017).

Para a mensuração do cloro foram levadas em conta cinco pontos de avaliação no lado interno e um no lado externo, considerando as pias que são distribuídas no interior da fábrica.

Além disso, também eram avaliados pH (6,0 a 9,5), cor e odor da água. Se algum item estivesse fora do padrão era considerado uma não conformidade, sendo registrado na planilha de Controle da Qualidade da Água, a ocorrência da ação Corretiva, a ação preventiva e o monitoramento da ação corretiva.

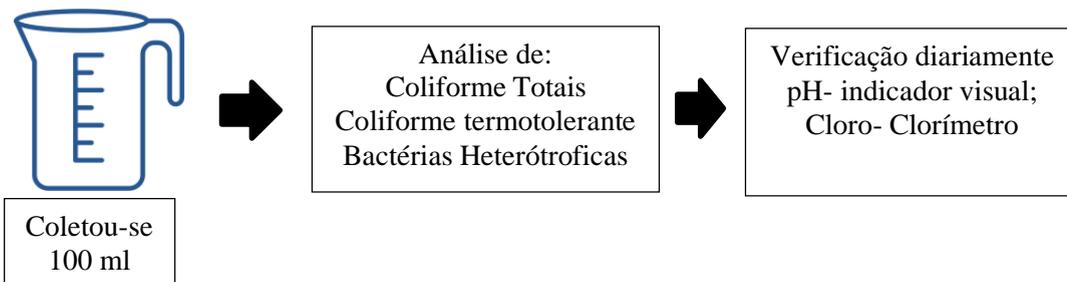


Figura 6: Limpeza de torneiras e coleta para análise de pH e cloro.

5.3.4 Análise estatística

Os resultados foram escritos em unidades formadoras de colônia (UFC) por cm² UFC/cm², percentual de conformidade com os parâmetros microbiológicos. Para análise dos valores encontrados foram aplicadas técnicas de análise descritiva dos dados (desvio de padrão e erro de padrão). Para a análise da variância dos resultados de aeróbios mesófilos e enterobactérias nas diferentes superfícies analisadas foi aplicado um test *Kruskai - Walls* utilizando-se o post hoc do método *Pairwise*.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CONTROLE DE QUALIDADE DO FRIGORÍFICO

A unidade possui princípios e diretrizes de qualidade aplicadas a cada processo realizado que garantem a qualidade dos produtos, mediante gestões estratégicas. Alguns programas básicos de qualidade já mencionados acima são: APPCC, Boas práticas de fabricação, PPHO, entre outros.

Para melhorar a segurança alimentar é comumente analisado e verificado mediante a conformidade com os requisitos pré-estabelecidos através de auditorias/inspeções, ou a saída real de segurança alimentar mediante testes microbiológicos (LUNING et. al. 2011).

O frigorífico realiza análises amostrais microbiológicas de superfícies, mediante o controle de aeróbios mesófilos e enterobactérias.

A compra e reforma de maquinários contam com a participação do setor de qualidade para prever possíveis ajustes com dificuldades de higienização. No entanto, eventualmente podem acontecer alterações antes da prática sem aviso a este setor. A avaliação do design higiênico de equipamentos, instalados na indústria podem ser considerados como uma ferramenta de apoio para programas de qualidade na indústria de alimentos (COSTA; LUCIANO; PASA, 2013).

6.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

As avaliações foram feitas com base nos controles mensais de microrganismos indicadores de higiene (mesófilos aeróbios e enterobactérias) nas superfícies que entram em contato com a carne ao longo do processo. Havendo no total 26 resultados de amostras dos setores de abate e da sala de desossa. Os limites aceitáveis foram de acordo ao estabelecimento da empresa, que condiz com os padrões estabelecidos na Decisão n.º 471/2001/CE, que indica valores até 1 UFC/cm²

6.2.1 Resultados microbiológicos de análises de Equipamento e utensílios

A Tabela 1 apresenta resultados de mesófilos aeróbios totais nas áreas avaliadas do frigorífico, considerando equipamentos e utensílios.

Tabela 1 - Resultados microbiológicos de mesófilos aeróbios totais em log (UFC/cm²) dos equipamentos e utensílios avaliados entre fevereiro em julho 2020.

Coletas	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho
Lâmina da serra de carcaça	1,8	1,2	0,8	0,4	0,3	0,5
Plataforma do toailete paleta	0,8	0,6	0,2	0,2	0,2	-
Escada da plataforma Carimbo	0,8	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3
Centrifuga	0,8	0,3	0,2	-	-	0,2
Pia do Cozimento	0,8	0,3	0,4	-	-	0,2
Plataforma inspeção SIF	0,8	0,2	0,3	-	-	0,2
Plataforma secar suíno	0,8	0,6	0,6	-	0,2	-
Pia do DIF	0,8	0,5	0,2	-	-	0,3
Bandeja rolante SIF	1,4	1,1	0,6	0,2	0,2	0,4
Desossa	Não houve detecção	Não houve detecção	Não houve detecção	Não houve detecção	Não houve detecção	Não houve detecção

*Resultados da enterobactérias em superfícies apresentados em log (UFC/cm²) entre o mês de fevereiro e julho.

**Não conformidade com a legislação Decisão da Comunidade Europeia 471/2001 (acima de 2,0).

Fonte: Autoria própria (2021).

Na contagem de mesófilos aeróbios nos equipamentos os resultados mostram que dos 6 meses de amostras, 4 meses apresentaram valores aceitáveis aos padrões estabelecidos na Decisão n.º 471/2001/CE, que estabelece como aceitáveis valores de até 1 UFC/cm². Nos meses de Fevereiro e Março houve a maior concentração de contaminação nas áreas, sendo estas nas lâminas da serra da carcaça e na bandeja rolante do SIF, com valores de 1,8; 1,2; 1,4 e 1,1 respectivamente.

O número de amostras com níveis aceitáveis do que inconformes é superior. Caselani et. al. (2013) ao estudar áreas de frigorífico de bovinos constatou que 51,1% das amostras avaliadas continham valores aceitáveis para contagem de mesófilos totais. No nosso estudo, das amostras avaliadas, 9 estavam em inconformidade, ou seja, 15% das amostras avaliadas não atenderam a Decisão n.º 471/2001/CE.

Observou-se que no protocolo de higienização, a lâmina da serra de carcaça não era higienizada antes de cada uso inicial, porém, descartada ao final da produção, sendo as lâminas esterilizadas usando produto B701 (detergente clorado) aplicado diretamente na superfície. Após esse processo aplicava-se água quente (82°C) antes de serrar a primeira carcaçada turno de trabalho.

Já as bandejas, durante o processo de abate, passam por um jato de água quente com temperatura mínima de 82°C, após o final da produção são lavadas usando o produto químico B720 (alquinbenzeno linear-sulfonato de sódio), enxaguadas com água potável fria, seguida de um jato de água quente. Segundo Circular nº175/16, de maio de 2005 - CGPE/DIPOA/MAPA, para a assepsia de utensílios, eles devem estar em contato com água a uma temperatura de 82°C durante, no mínimo, 15 segundos (BRASIL, 2005).

6.3 TESTE DE HIGIENIZAÇÃO PARA MITIGAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO

Considerando a não conformidade descrita acima, foram realizadas novas análises nos outros meses de abril até julho para determinação de enterobactérias na lâmina da serra da carcaça e nas bandejas.

Foram realizadas análises no mês de abril, onde se instalou a lâmina na serra de carcaça durante o processo de higienização, passando a mesma pela lavagem e sanitização usando o produto químico B720 com aplicação direta, esfregado e seu enxague por água fria ou morna 35°C, após isso também foi usado um sanitizante Bracsan por aspersão antes da coleta. Após este processo foi observada a queda de 0,8 Log de enterobactérias.

Já as bandejas foram higienizadas com dois protocolos independentes, onde: 1) higienização antes de começar o abate usando produtos químicos como B701 e sanitizante Bracsan, 2) deixado um jato de água quente de temperatura 82°C ligado durante o abate. O teste realizado apresentou queda na presença de enterobactérias nas três formas analisadas. A redução foi de 1,4 log para 0,4 log em UFC/cm².

Os resultados mostraram a não detecção de mesófilos anaeróbios nas superfícies, sendo estes pertencentes aos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus* (LANNA, 2013).

A Associação Americana de Saúde Pública - *American Public Health Association* (APHA) - considera limpo os equipamentos e utensílios que têm contagem de mesófilos aeróbios inferior a 2,0 log UFC/utensílio ou 0,3 log UFC/cm². A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) recomenda contagem de até 1,7 log UFC/cm² para mesófilos aeróbios e ausência de *Bacillus cereus*, *Salmonella* e coliformes termotolerantes. Tais padrões foram seguidos por Sousa et. al. (2011) em seu estudo, onde 27% dos equipamentos e utensílios estavam fora da recomendação estabelecida pela OPAS para mesófilos aeróbios e 15% para coliformes a 45°C. Contagens elevadas de microrganismos indicam que houve deficiência no processo de higienização, que podem aumentar a reprodução das bactérias, que não são eliminadas facilmente por um único processo de higienização como demonstrado na figura 6.

Teste de Higienização para mitigação de risco Microbiológico – após ação corretiva

Tabela 2 - Resultados microbiológico de enterobactérias em superfícies.

Coletas	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho
Lâmina da serra de carcaça	1,8	1,2	0,8	0,4	0,3	0,5
Bandeja rolante SIF	1,4	1,1	0,6	0,2	0,2	0,4

Lâmina: A redução de 1,8 log para 0,5 log -
Redução: 1,3 log UFC/cm²

Bandeja: A redução foi de 1,4 log para 0,4 log
Redução de 1 log UFC/cm²

Reduziu 90%
Enterobactérias



Tabela 1 - Resultados microbiológicos de mesófilos aeróbios totais em log (UFC/cm²) dos equipamentos e utensílios avaliados.

Coletas	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho
Lâmina da serra de carcaça	1,4	1,2	0,2	-	0,2	0,2
Bandeja rolante SIF	1,7	0,3	0,6	-	-	0,4
Desossa	1,8	0,3	0,2	-	-	0,4

Não detecção de enterobactérias e mesófilos aeróbios na desossa

Figura 6: relação de diminuição de bactérias após ação corretiva.

6.4 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Todos os pontos analisados apresentaram ausência para contagem de coliformes totais e coliformes a 45°C, possuindo condições aceitáveis para bactérias heterotróficas, atendendo à atual legislação. De acordo com Bettega et. al. (2006), coliformes totais e coliformes a 45°C são os principais indicadores da qualidade sanitária da água. Portanto, diante dos resultados, é possível afirmar que a qualidade sanitária da água utilizada na indústria estava satisfatória, podendo ser utilizada no processo produtivo sem risco para os produtos e para a saúde dos colaboradores.

7 CONCLUSÃO

Em uma análise global, foi possível observar que o frigorífico avaliado possui controle no processo de abate suíno com eficiência no seu programa de higienização de superfícies assim como controle sanitário da água utilizada em seus processos, mantendo assim a quantidade de enterobactérias detectadas em níveis aceitáveis.

Serras de corte e as bandejas rolantes possuem maior propensão a contaminação por enterobactérias do que outras superfícies frigoríficas avaliadas.

Mudanças em protocolos de higienização PPHO impactaram positivamente na qualidade sanitárias das superfícies amostradas.

Contudo, aponta-se por meio deste estudo que medidas corretivas e revisões de protocolos são ações importantes para melhorias sanitárias contínuas em áreas de manipulação de alimentos, garantindo segurança alimentar na escala de produção.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Food Microbiology**. 3. ed. Guildford: The Royal Society of Chemistry, 2008.

ALVES, M. G.; UENO, M. Restaurantes self-service: segurança e qualidade sanitária dos alimentos servidos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 573-580, jul./ago. 2010.

ANDRADE, N. J. **Higienização na indústria de alimento**: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008.

BAYOUMI, M. A. et. al. Assessment of a regulatory sanitization process in Egyptian dairy plants in regard to the adherence of some foodborne pathogens and their biofilms. **International Journal of Food Microbiology**, [S.I.], v. 158, n. 3, p. 225-231, set. 2012.

BERTOLINO, M. T. **Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia**: ênfase na segurança dos alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2010.

BETTEGA, J. M. P. R. et. al. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, set./out. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. Frigorífico suíno de Grão Pará Santa Catarina. **Manual de coleta de amostras de produtos de origem animal**. Brasília: 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento De Inspeção De Produtos De Origem Animal – DIPOA. Coordenação Geral De Programas Especiais – CGPE. **Circular n° 175/2005/CGPE/DIPOA, de 16 de maio de 2005**. Modificação das Instruções para a verificação do PPHO, encaminhados pela Circular N° 201/97 DCI/DIPOA e aplicação dos procedimentos de verificação dos Elementos de Inspeção previstos na Circular N° 175/2005 CGPE/DIPOA. Brasília, 16 de maio de 2005. Disponível em: <https://www.cn3.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Circular-N%C2%BA176-de-16-de-maio-de-2005.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças transmitidas por alimentos**: causas, sintomas, tratamento e prevenção. 2017. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº1.428, de 26 de novembro de 1993.** Regulamentos Técnicos sobre Inspeção Sanitária, Boas Práticas de Produção/Prestação de Serviços e Padrão de identidade e Qualidade na Área de Alimentos. Brasília, 26 de novembro de 1993. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1428_26_11_1993.html. Acesso em: 15mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. Unidade de Vigilância das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil.** 2016. Disponível em: Disponível em: <https://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta-----o-Surtos-DTA-2016.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil: Informe 2018.** 2019. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/maio/17/Apresentacao-Surtos-DTA-Maio-2019.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil.** 2018. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/julho/02/Apresentacao-Surtos-DTA-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA).** 2017.

CARVALHO, E. P. **Microbiologia de alimentos, saúde pública e legislação.** LAVRAS: UFLA/ FAEPE, 2001. 171p.

CASELANI, K. et. al. Relationship between HACCP Controls, Pathogen Reduction Program and Meat Quality during Cattle Slaughter Process: One-year survey in a Brazilian exporting abattoir. **Revista Portuguesa de Ciências veterinárias**, [S.I.], v. 108, p. 29-38, 2013.

CÊ, E. R. **Influência das etapas do processo de abate de suínos na prevalência de patógenos e níveis de microrganismos indicadores de qualidade e higiene.** 87 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CEPEDA, M.; MARTINS, J. M.; BARATA, P. A. **Validação analítica do método de**

quantificação da Idebenona nas amostras de validação de limpeza de equipamento. 2007.

COSTA, C. A.; LUCIANO, M. A.; PASA, A. M. Guiding Criteria for Hygienic Design of Food Industry Equipment. **Journal of Food Process Engineering**, [S.I.], v. 36, n. 6, p. 753-762, set. 2013.

CUMMINS, E. et al. Development and validation of a probabilistic second-order exposure assessment model for Escherichia coli O157: H7 contamination of beef trimmings from Irish meat plants. **Meat science**, [S.I.], v. 79, n. 1, p. 139-154, mai. 2008.

DAROUCHE, R. Device-associated infections: a macroproblem that starts with a microadherence. **Clinical Infectious Disease**, [S.I.], v. 33, n. 9, p. 1567-1572, nov. 2001.

DÍEZ-GARCÍA, M.; CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C. Influence of serotype on the growth kinetics and the ability to form biofilms of Salmonella isolates from poultry. **Food Microbiology**, v. 31, n. 2, p. 173-180, abr. 2012.

EHEDG - EUROPEAN HYGIENIC ENGINEERING AND DESIGN GROUP. **Hygienic equipment design criteria**. 2. ed. Frankfurt: EHEDG, 2004.

FAI, Ana Elizabeth Cavalcante et al. Salmonella sp e Listeria monocytogenes em presunto suíno comercializado em supermercados de Fortaleza (CE, Brasil): fator de risco para a saúde pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.I.], v. 16, n. 2, p. 657-662, 2011.

FORSYTHE, S. J. Ferramentas de gestão da segurança de alimentos. In: FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 375-389.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.

GIL, C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILBERT, P.; MCBAIN, A. J.; RICKARD, A. H. Formation of microbial biofilm in hygienic situations: a problem of control. **International Biodeterioration & Biodegradation**, [S.I.], v. 51, n. 4, p. 245-248, jun. 2003.

GIORDANO, J. C.; GALHARDI, M. G. **Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC**. 2. ed. Campinas: SBCTA, 2007.

JOSEPH, B. et. al. Biofilm formation by Salmonella spp. on food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers. **International Journal of Food Microbiolog**, Amsterdã, v. 64, n. 3, p. 367-372, mar. 2001.

KANOSWSKI, M. C. et. al. Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, [S.I.], ano VIII, n. 15, jul. 2010.

KICH, J. D.; SOUZA, J. C. P. V. B. **Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2015.

LANNA, F. G. P.A. **Escherichia coli patogênicos e microrganismos indicadores de higiene em linhas de abate de bovinos e processamento de carne**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.

LEMOS, A. L. S. C. Biofilmes. CTC - TecnoCarnes. **Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia de Carnes do Ital.**, [S.I.], v. 12, n.1, 2002.

LUNING, P. A. et. al. A concurrent diagnosis of microbiological food safety output and food safety management system performance: lans from meat processing industries. **Food Control**, [S.I.], v. 22, issues 3-4, p. 555-565, mar./abr. 2011.

MACHADO, L. A. P. et. al. Prevalência e genotipagem de Escherichia coli patogênica em carcaças de suínos abatidos em abatedouro-frigoríficos comerciais na Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, [S.I.], v. 8, n. 1, p. 128- 145, jan./mar. 2014

MARRIOTT, N. G.; GRAVANI, R. B. **Principles of Food Sanitation**. 5. ed. New York: Food Sciences Text Series, 2006.

MARTINS, M. F. **Avaliação da eficácia de desinfetantes e produtos de limpeza de superfícies usados em restaurantes em Portugal em biofilmes de Salmonella enterica**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra.

MENDES, R. A.; COELHO, A. Í. M.; AZEREDO, R. M. C. D. Contaminação por Bacillus cereus em superfícies de equipamentos e utensílios em unidade de alimentação e nutrição. **Ciênc. Saúde coletiva**, [S.I.], v. 16, n. 9, p. 3933-3938, 2011.

NUNES, D. M. et. al. Outbreak of foodborne disease at a mass event of indigenous peoples in Cuiaba, Mato Grosso, Brazil, in 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 1, p. 195-202, jan./mar. 2016.

OLIVEIRA, D. C. V. **Produção de biofilme por Salmonella sp. isolada de frango.** 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biologia geral e aplicada) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. **Rev Inst Adolf Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 277-84, 2010.

PARIZZI, S. Q. F. et. al. Bacterial adherence to different inert surfaces evaluated by epifluorescence microscopy and plate count method. **Brazilian Archives of Biology Technology**, [S.I.], v. 47, n. 1, p.77-83, mar. 2004.

PISSETTI, C. **Ocorrência de Salmonella entérica, Listeria monocytogenes e frequência de isolados de Escherichia coli resistentes a antimicrobianos em fezes e carcaças suínas na etapa de pré-resfriamento.** 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade de Rio Grande do Sul.

RIBEIRO-FURTINI, L. L.; ABREU, L. R. Utilização do APPCC na indústria de alimentos. **Ciencia Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 358-364, mar./abr. 2006.

RODRIGUES, L. B. **Avaliação da formação de biofilmes e das condições higiênicosanitárias em superfícies de contato com alimentos em sala de cortes de matadouro de aves.** 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SELIWIORSTOW, T. et. al. Identification of risk factors for Campylobacter contamination levels on broiler carcasses during the slaughter process. **International Journal of Food Microbiology**, [S.I.], v. 226, p. 26-32, mar. 2016.

SERRANO, A. et. al. Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering. **Meat Science**, [S.I.], v. 90, issue. 2, p. 502-506, fev. 2012.

SHAKERI, S. et. al. Assessment of biofilm cell removal and killing and biocide efficacy using the microtiter plate test. Biofouling: **The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research**, [S.I.], v. 23, n. 2, p. 79-86, 2007.

SHI, X.; ZHU, X. Biofilm formation and food safety in food industries. **Trends in Food Science & Technology**, [S.I.], v. 20, n. 9, p. 407-413, set. 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC. 2005. 138p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed.

Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira e Fábio Alber. São Paulo: Atlas, 2002.

SNARY, E. L. et. al. Quantitative Microbiological Risk Assessment for Salmonella in Pigs for the European Union. **Risk Analysis**, v. 36, n. 3, p. 437-449, mar. 2016.

SOUSA, C. L. et. al. Avaliação da qualidade microbiológica no processamento de pescados.

Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 151-157, 2011.

TEIXEIRA, K. R. **Validação do processo de limpeza dos equipamentos de uma indústria farmacêutica**. [S.I.]: CETEC –Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2007.